

⑥ 公開特許公報(A) 平3-209073

⑥ Int. Cl.<sup>3</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑥ 公開 平成3年(1991)9月12日

F 16 K 7/12

A

7718-3H

B

7718-3H

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全8頁)

⑥ 発明の名称 ダイアフラム弁

⑥ 特 願 平2-311245

⑥ 出 願 平2(1990)11月16日

優先権主張 ⑥ 1989年11月28日 ⑥ 米国(US) ⑥ 442022

⑥ 発 明 者 クリストス・アザナシ アメリカ合衆国マサチューセッツ州01890, ウィンチエスター, ウェリントン・ロード ナンバー 3

⑥ 出 願 人 ザ・ビーオーシー・グループ・インコーポレーテッド アメリカ合衆国ニュージャージー州07974, ニュー・プロヴィデンス, マーレイ・ヒル, マウンテン・アベニュー 575

⑥ 代 理 人 弁理士 湯浅 恭三 外4名

明 細 書

1. [発明の名称]

ダイアフラム弁

2. [特許請求の範囲]

1. 出口開口を有するチャンバ、ハウジング及び前記チャンバ内に流れる流体それぞれ通す一対の入口及び出口装置及び前記チャンバ内に伸びかつ弁座を形成するように前記出口開口を囲みかつその出口開口から覆料している環状の密封面を有する突起を含むハウジングと、前記チャンバ内に配置されかつ一端においてリセスと前記リセスを囲んでいる可撓性ダイアフラムとを有する弁体であって、前記ダイアフラムが前記リセス内に曲げられて前記密封面とぴったりと密封的に接触しかつ前記出口開口を閉じる閉じ位置と前記ダイアフラムが前記弁座から隔てられかつ前記出口開口が閉鎖されないで前記ハウジングを介して流体が流れるのを許容する開き位置との間で前記弁座に向かって或はそれから離れて移動するようにになっている弁体と、前記弁体をその閉じ位置と開き位置

との間で動かす作動機構とを備えた形式のダイアフラム弁において、

前記ダイアフラムが流体の機械性を保つために流れる流体と化学的に反応しない可撓性の金属シートから形成されかつ前記弁体によって前記金属シートの変形及び前記金属シートの前記密封面との接触してた接触を許容するように前記リセスを適切に予め引き伸ばされることを特徴とするダイアフラム弁

2. 前記リセス内に汚染物が閉じ込めらるのを防止するため前記リセスが前記ダイアフラムによって密封的にシールされている請求項1に記載のダイアフラム弁。

3. 前記弁体が、前記リセス内への汚染物の閉じ込めを防止するために前記リセスとその外側面との間で通じる少なくとも一つの半径方向通路を備えている請求項1に記載のダイアフラム弁。

4. 前記ダイアフラム弁がインライン流れ型であり、前記弁体が、更に、流れる流体が前記リセスを流れるのを許容して汚染物が前記リセス内に

閉じ込められないようにするために弁体の端部の他方と前記リセスとの間を通過する軸方向の穴を有する請求項3に記載のダイヤフラム弁。

### 3. [発明の詳細な説明]

#### (産業上の利用分野)

本発明はダイヤフラム弁に関する。

#### (従来技術)

従来において、流れる流体の通過を選択的に許容し或は阻止するためにダイヤフラム弁が提供された。ダイヤフラム弁の一つの形式において、ハウジングは、出口開口を有するチャンパと、チャンパ内に流れる流体を受けるためにチャンパとハウジングの外側との間を通過する入口通路と、流れる流体をチャンパからハウジングの外側に排出するために出口開口と、ハウジングの外側との間を通過する出口通路とが設けられている。ハウジングは、また、チャンパ内に伸びかつ屈曲の密封面を有する突起が設けられ、その屈曲の密封面は出口開口を囲みかつ出口開口から弁座に傾斜している。加えて、リセスを有しエラストマのダ

イヤフラムがリセスを被っている弁体がチャンパ内に配置されている。弁体は閉じ位置と開き位置との間で弁座に向かって或はそれから離れて移動するようになっている。閉じ位置において、ダイヤフラムは突起によりリセス内に曲げられ、流れる流体がハウジングを通過するのを阻止するためにシート面とびったりとかつ密封的に接触して出口開口を被う。開き位置において、ダイヤフラムは弁座から隔てられかつ出口開口は被われないで流れる流体がハウジングを通過するのを許容する。

エラストマのダイヤフラムを備えるダイヤフラム弁の問題は、ダイヤフラムを形成するエラストマ材料がある流体と化学的に反応することである。このような化学的な反応により、不純物すなわち反応からの化学製品及びエラストマの細かな粒子が、流体の流れの中に発生される。その結果、エラストマのダイヤフラムを備えたダイヤフラム弁は流体の純度が保持されなければならない用途には適しない。

他の形式の従来のダイヤフラム弁の設計におい

て、ダイヤフラムは、ダイヤフラム弁が高い純度の応用に使用できるように流れる流体と化学的に反応しない金属で作られている。このような弁の設計例が米国特許第4,828,219号に示されている。この特許の弁において、ハウジング内に限定されたチャンパは金属ダイヤフラムにより一對の弁チャンパと駆動チャンパとに分割されている。流体は入口通路を介して弁チャンパ内へ及び出口通路の出口開口を介して弁チャンパの外へ流れる。弁チャンパ内に設けられた弁座は出口開口を囲んでいる。弁チャンパ内に配置された弁システムは、出口開口をシールしかつそれによって弁ハウジングを通して流体が流れるのを阻止するために、ダイヤフラムに対して駆動されてダイヤフラムを弁座に対して駆動する。

上記米国特許に示されているような金属ダイヤフラム弁におけるシールを実施するために、比較的高い弁閉鎖力が要求される。例えば、上記特許の一つの実施例において、ステムをダイヤフラムに対して駆動するためにハンドルが設けられて

いる。上記特許の高い閉鎖力は、迅速な弁の動作及び/又は低い弁閉鎖力を要求する用途には特に適しない。従来技術において、迅速な弁の動作は電磁作動によって発生され、その電磁作動は上記米国特許の弁を開鎖するのに十分な力を発生しない。上記のようなエラストマのダイヤフラムを有するダイヤフラム弁の設計において、エラストマを成形した状態にして出口開口に當座するために駆動力が要求されるので、比較的低い弁閉鎖力が要求される。迅速な作動時間及び低い弁閉鎖力を有する金属ダイヤフラム弁を製造するために、エラストマダイヤフラム弁のエラストマのダイヤフラムを単に金属ダイヤフラムを取り替えることは不可能である。もしそれが行われると、金属ダイヤフラムが弁座に接触したとき、その金属ダイヤフラムが弁座上で曲がって或はしわができ、それ故弁座とダイヤフラムとの間でシールが行われないう。しわの発生を防止するために弁閉鎖力を増加しようとする、ダイヤフラムが永久に変形して弁の再度のシールができなくなる。

(発明が解決しようとする課題)

本発明の目的は上記従来技術の問題を解決したダイアフラム弁を提供することである。

(課題を解決するための装置)

本発明は、出口開口を有するチャンバ、ハウジング及び前記チャンバ内に流れる流体それぞれ通す一対の入口及び出口装置及び前記チャンバ内に伸びかつ弁座を形成するように前記出口開口を囲みかつその出口開口から傾斜している環状の密封面を有する突起を含むハウジングと、前記チャンバ内に配置されかつ一端においてリセスと前記リセスを囲んでいる可撓性ダイアフラムとを有する弁体であって、前記ダイアフラムが前記リセス内に曲げられて前記密封面とぴったりと密封的に接触しかつ前記出口開口を閉じる閉じ位置と前記ダイアフラムが前記弁座から隔てられかつ前記出口開口が閉鎖されないで前記ハウジングを介して流体が流れるのを許容する開き位置との間で前記弁座に向かって或はそれから離れて移動するようにしている弁体と、前記弁体をその閉じ位置と開

き位置との間で動かす作動装置とを備えた形式のダイアフラム弁を提供することである。

本発明によれば、ダイアフラムは流れる流体と化学的に反応しない可撓性の金属シートで形成され、流体の純度を保持する。加えて、可撓性の金属シートは、弁座によって変形されかつ弁座の上でしわがよせられるのではなくて密封面とぴったりと接触するようにリセスを横切って予め引き伸ばされる。その結果、本発明は、従来のエラストマダイアフラム弁と金属ダイアフラム弁との利点を有するダイアフラム弁を提供する。

(実施例)

本発明は、ハウジング、弁体及び弁体を開き位置と閉じ位置との間で移動するための装置を有するダイアフラム弁を提供する。ハウジングは出口開口を有するチャンバと、一対の入口装置及び出口装置と、チャンバ内に伸びている突起とを有している。対の入口及び出口装置は流れる流体をハウジング及びチャンバ内に並びに出口開口及びハウジングの外にそれぞれ通す。突起は出口開口を囲みかつその出口開口から傾斜する方向に傾斜する環状の密封面を有する。チャンバ内に配置された弁体はリセス及びリセスを被っている可撓性のダ

(作用)

以下、図面を参照して本発明の実施例について説明する。

第1図及び第2図において、本発明による好ましいダイアフラム弁が技術的に知られている質量流量制御器、特に本出願人であるピーオーシー (B. O. S.) グループインコーポレーテッドのエドワード高真空国際部 (Edward High Vacuum International division) によってつくられたデータメトリック型 (DATAMETRICS Type) 815、821及び823質量流量制御器に使用するように示されている。しかしながら、後述するように、好ましいダイアフラム弁は適当に変形してあらゆる用途に使用できかつマスフロー制御器とは関係のない環境下で機能し得る。

ダイアフラム弁10は直列流れ型でありかつ三つの直列部分14、16及び18のセットによって形成されたハウジング12を有する。部分18は部分19の一部に接続されるように示されている。部分19において、矢印20によって示される流れるガスの質量流量に比例する信号を発生

するためにガスの側流 (sidestream) が抽出される。

ハウジング 12 は弁チャンバ 22 と弁チャンバ 22 内のガス 20 を受けるための入口通路 24 とが設けられている。オリフィス 28 を受けるためのオリフィスチャンバ 26 が弁チャンバ 22 と列を成してかつそれと連通して設けられている。オリフィス 28 は弁チャンバ 22 を閉鎖しかつ一對のリング 30 及び 32 により蓋部に保持されている。第 8 図において、オリフィス 28 は中央の出口開口 34 とオリフィス 28 の突起部分によって形成された弁座 36 とが設けられている。弁座 38 は基本的に円錐台形でかつ出口開口 34 を囲むように傾斜し、環状の密封面 38 を与える。球形の蓋部区域 40 が傾斜する密封面 38 の主要部と出口開口 34 を限定するオリフィス 28 の縁との間に設けられている。

ガス 20 は、大きな部分 41 と狭い部分 43 とを有するオリフィス 28 の第 1 の出口通路 42 を設けることによって、弁座 36 の出口開口 34 を

されている。ダイヤフラム 64 はほぼ 0.01524 ミリメートルと 0.0254 ミリメートルとの間の 316 ステンレススチールのシートによって形成される。このような材料は最も腐食性の強いガスでさえも化学的に反応しない。ダイヤフラム 64 は前述のシートをリップ 65 上でかつそれによってリセス 60 上で引っ張ることによって形成される。このように引っ張ったのちシートはリップ 65 にステッチ密接され (stitch-welded) かつあらゆる種類の材料は X-ACTO ナイフによって取り除かれて円形の予め引っ張られたダイヤフラムを形成する。弁体 48 にダイヤフラムを取り付けるときに汚染物はリセス 60 内に閉じ込められる。更に、質量流量制御器の共通の応用において、一連のガスは化学的反応中に各時間に測定される。その結果、このような化学的反応におけるガスの測定中に、前に測定されたガスはリセス 60 内に閉じ込められ、測定されるべきガスを汚す。このような汚染の閉じ込めを阻止するために、ダイヤフラム 64 がリセス 60 を密封的にシールする。

介してチャンバ 22 から排出される。ガス 20 はオリフィスチャンバ 26 から第 2 の出口通路 44 を介してハウジング 12 の外に流れる。ねじ付き継手 46 が、ガス 20 を排出するために、示されない排出ラインに接続するようにハウジング 12 の端部に形成されている。この点に関して、部分 18 は、弁 10 が質量流量制御器と独立の環境で機能するように入口ラインからのガスを取り入れるために、部分 19 に接続される代わりに、継手 46 と同様の継手が形成され得る。

電磁式の動作可能弁が設けられている。弁はコイル 50 に対するアーマチュアとして作用する弁体 48 を備えている。弁体 48 は 316 ステンレススチールの層 56 に被われた軟鉄のコア 52 によって形成されている。被っている層 56 はリセス 60 を有する弁体 48 の前縁 58 及び後縁 62 を限定している。弁体 48 の前縁 58 は被っている層 56 と一体に形成されたリング状のリップ 65 が設けられている。

ダイヤフラム 64 がリング状のリップ 65 に接続

弁体 48 は閉じ位置と開き位置との間で弁座 36 に向かって又はそれから離れて移動するようになっている。図に示された閉じ位置において、出口開口 34 はシールされてハウジング 12 を通してガス 20 が流れるのを阻止する。開き位置において、出口開口 34 は放かれておらず、ガス 20 がハウジング 12 の外に流れるのを許容する。弁体 48 のこのような動作はコイル 50 によって制御され、そのコイルはリード線 68 に電流が流されたとき弁体 48 を磁気吸引力によって開き位置に動かす。

弁体 48 が閉じ位置にあると、ダイヤフラム 64 は弁座 36 によってリセス 60 内にたわみ、弁座 36 の密封面 38 及びカバーの出口開口 34 に適合してかつ密封的に接触し、それによって出口開口 34 をシールする。ダイヤフラム 64 は弁体 48 への取り付けに先立って予め引き伸ばされているので密封面 38 に一致する。もしダイヤフラム 64 が予め引き伸ばされずに弁体 48 に単に取り付けられると、弁座 36 及び密封面 38 と接触

するときしわが寄る。選択された材料の実験の厚さによりこのようなしわ寄りによりダイアフラムは破損し或は永久に変形する。いずれにしても、金属ダイアフラムの漸近的なしわ寄りはシールを行えなくする。弁体48が閉き位置に引っ込められると、ダイアフラム64は出口開口34から陥てられた元の平らな状態に戻り、ガス20がハウジング12を通して流れるのを許容する。

ダイアフラム64と弁体35との間で最適なシールの可能性を得るために、ダイアフラム64はしわがあってはならない。更に、ダイアフラム64及び密封面38の両者は、あらゆるかき削が同心になるように、旋盤で研削されるべきである。研削化合物は仕上げを可能な限り滑らかにするために非埋め込み(non-embedding)でかつ細かな砂粒(sil)であるべきである。最終の研削は、ダイアフラム64を密封面38に接触させて弁体48及びオリフィス28を反対方向に回転することによって行われる。

ガス20は弁体48の周りの穴のあけられた後

に保持されている。フィンガプレート90は複数のフィンガ94が設けられ、そのフィンガはフィンガプレート90の平面から約60度の角度で曲げられて前部ばね板80に円周方向で接しておりかつばね板80を弁チャンパ22の両部96に対して適所に保持している。

第3図において、弁体48は、弁体48の代わりに使用させるべき本発明にしたがった弁体の変形例を示している。弁体48は、前部58、後部62及びリセス60を限定する環状のリブ65を形成している被い層56によって被われている軟鉄のコア52を有している。ダイアフラム64はリセス60を横切って引き伸ばされている。前部ばね板80は弁体48を通常閉じ位置に保持するのに使用されている。後部ばね板70は弁体48を開放する。弁体48は、中心決める。

弁体48及びそれに関連する軸の要素、後部ばね板70及び前部ばね板80は弁体48に関して述べた同じ要素と基本的に同じである。

部ばね板70を通してかつ穴のあけられた前部ばね板80を通して出口開口34に流れる。第5図ないし第7図を参照して、後部ばね板70は両面が後方に曲げられた弾性の金属ディスクによって形成されている。後部ばね板70は弁チャンパ22を形成するハウジング12の内面と周囲で弁チャンパ22内の中央の弁体48まで引っ込む。後部ばね板70はガス20を運送するための三つの軸穴72が設けられかつスポット溶接74により弁体52の後部62に接続されている。示されたダイアフラム弁10はノルマルクローズ型である。コイル50が附随するときまで、弁体48は前部ばね板80によって閉じ位置に保たれている。前部ばね板80は後部ばね板70と設計が同じであり、ガス20を運送するための三つの軸穴82が設けられかつスポット溶接84によりダイアフラム64上でリブ65に取り付けられる。

第8図において、前部ばね板80及び弁体48はスポット溶接92によりオリフィス28に溶接された環状のフィンガプレート90によって適所

に保持されている。しかしながら、弁体48と弁体48との間には重要な相違がある。弁体48はリセス60と後部62との間を通過する軸穴100が設けられている。加えて、後部ばね板70は軸穴100の軸線に関して同心に配置された開口78が設けられている。弁体48は前部58とリセス60との間を通過する一つ又はそれ以上の半径方向穴102が設けられている。このような実施例において、流れる流体20は、流れるガスすなわち流体20が連続してリセス60を流し流すように、後部ばね板70の同心の開口78を通して、軸穴100を流してリセス60の内にかつ半径方向穴102の外に流れる。このような連続的な流しは、こゝろが本発明に就いて弁体のリセス内に閉じ込められないようにする代わりの方法である。この点に関して、示されていないが、こゝろが弁体のリセスから逃げられるようにするために、100のような軸穴なしで102のような一連の半径方向穴を単に設けた他の実施例も可能である。

第4図において、本発明による他の実施例が示

されている。弁110は出口開口124を有する弁チャンバ122を囲ったハウジング120が設けられた直立弁である。入口通路126は弁チャンバ122とハウジング120の外側とを連通する。出口通路128はハウジング120からの流れる流体127を排出するために開口124とハウジングの外側とを連通する。

円錐台形の弁座130は弁チャンバ122内に伸びている突起によって設けられている。弁座130の円錐台形は出口開口124を囲む密封面を提供する。弁体132はリセス134が設けられている。金属ダイヤフラム136が、弁座130によって与えられる密封面に順応して接触しかつ出口開口124を被いそれによって流体127が出口開口124を流して流れるのを阻止するように、リセス134を接合して引き伸ばされている。弁体132は通常ダイヤフラム136が出口開口124を被いかつ弁座130によって与えられる傾斜している密封面に順応して接触する閉じ位置に傾斜されている。これは前記板137によっ

て達成されている。前記板138は弁チャンバ122内で弁体132を中心決めるために設けられる。汚染物が閉じ込められるのを防止するために、弁体132の前部に単一の半径方向通路140が設けられている。前記板137は、汚染物がリセス134内に閉じ込められるのを阻止するために流体127を半径方向通路140を通して流してリセス134を使い流すように、複数の穴141が形成されている。弁体132は液密性の材料のコア142を有しかつ弁体132を開き位置に動かすようにフィールドコイル144によって引き付けられる。

本発明は質量流量制御器及びノルマルクローズ型で電磁作動装置を使用する自立式弁に使用するように図面を示されてきたが、本発明はその説明だけに限定されない。本発明による弁はノルマルオープン型或は開き位置又は閉じ位置のいずれにも傾斜されない弁でもよい。更に、他の良く知られた非電磁作動装置も使用できる。最後に、ダイヤフラムは本発明の教示にしたがって、ガスの

代わりに流体の流れを選択的に阻止し又は許容するのに使用ように作られる。

好ましい実施例が詳細に示されたが、本発明の範囲内で多くの削除、変更及び追加が可能である。

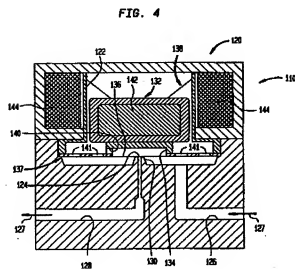
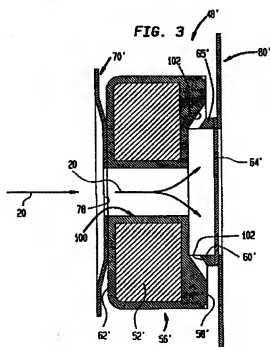
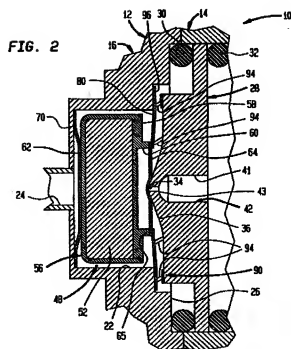
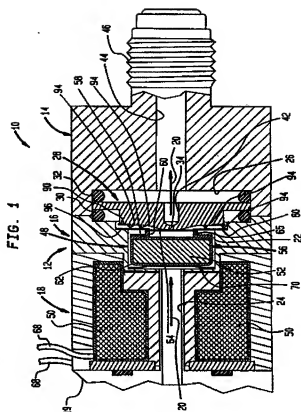
#### 4. (図面の簡単な説明)

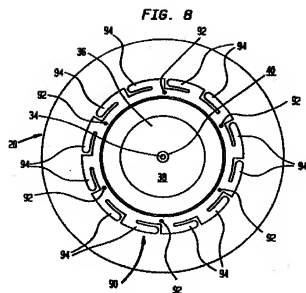
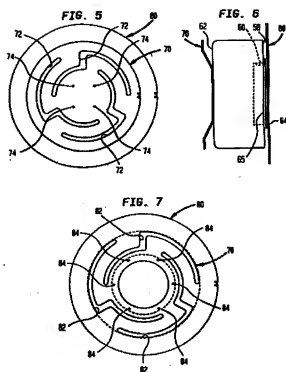
第1図は質量流量制御器の設計に取り入れられた本発明によるダイヤフラム弁の断面図、第2図は第1図のダイヤフラム弁の部分拡大断面図、第3図は本発明による弁体の他の実施例の断面図、第4図は本発明のダイヤフラム弁の他の実施例の断面図、第5図は第1図に示されたダイヤフラム弁に組み込まれた本発明による弁体の後面図、第6図は第5図の正面図、第7図は第1図及び第2図に示された質量流量制御器に使用されているオリフィス及びそれに取り付けられたフィンガプレートの前断面図である。

10:ダイヤフラム弁 12:ハウジング  
22:弁チャンバ 24:入口通路  
26:オリフィスチャンバ  
28:オリフィス 34:出口開口

36:弁座 38:密封面  
44:出口通路  
48、48':弁体 52:コア  
56、56':層 60、60':リセス  
64、64':ダイヤフラム  
66、66':リブ 70、70':ばね板  
80、80':ばね板

代理人 弁理士 新 茂 義 主  
外 4 名







#### [54] DIAPHRAGM VALVE

[75] Inventor: **Christos Athanassiou**, Winchester, Mass.

[73] Assignee: **The BOC Group, Inc.**, New Providence, N.J.

[21] Appl. No.: **442,022**

[22] Filed: **Nov. 28, 1989**

[51] Int. Cl.<sup>5</sup> ..... **F16K 7/12; F16K 31/06**

[52] U.S. Cl. .... **251/331; 251/129.17; 251/129.21**

[58] Field of Search ..... **251/331, 334, 129.17, 251/129.21**

#### [56] References Cited

##### U.S. PATENT DOCUMENTS

1,410,205	3/1922	Madigan	251/331
2,596,409	5/1952	Johnson et al.	251/129.17 X
4,867,201	9/1989	Carten	251/331 X

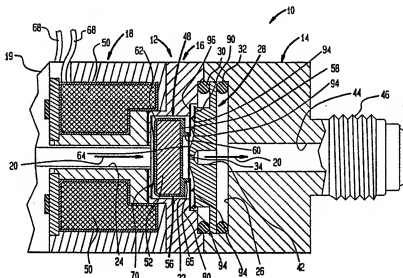
*Primary Examiner*—Arnold Rosenthal  
*Attorney, Agent, or Firm*—David M. Rosenblum; Robert I. Pearlman

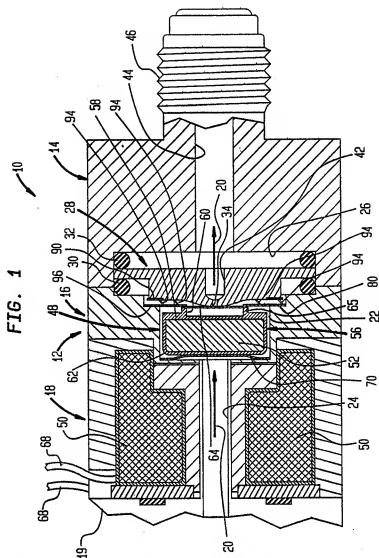
#### ABSTRACT

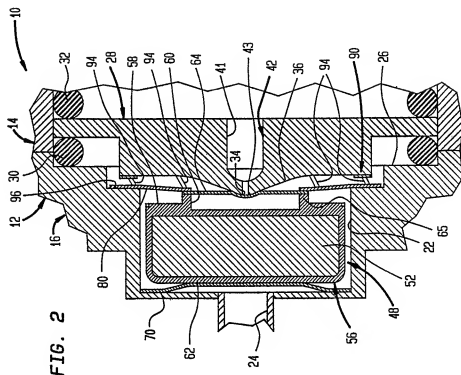
The present invention provides a diaphragm valve in-

cluding a housing having a chamber and an outlet opening within the chamber. A projecting valve seat, formed by a projection extending into the chamber, has a sloping, annular sealing surface surrounding the outlet opening. A valve body, preferably forming an armature of an electromagnetic coil, is also located within the chamber. The valve body has, at one end, a recess and a metal diaphragm covering the recess and chemically non-reactive with a flowing fluid passing through the chamber and out of the outlet opening. The valve body is adapted for movement towards and away from the valve seat between closed and open positions. In the closed position the diaphragm is flexed into the recess by the projection, conformingly and sealingly contacting the sealing surface and covering the outlet opening, to prevent the passage of flowing fluid. In the open position, the diaphragm is spaced from the valve seat and the outlet opening is uncovered to allow passage of the flowing fluid. The diaphragm is prestretched before attachment to the valve body so that the diaphragm conforms to the sloping sealing surface of the valve seat rather than creasing above the valve seat.

4 Claims, 6 Drawing Sheets







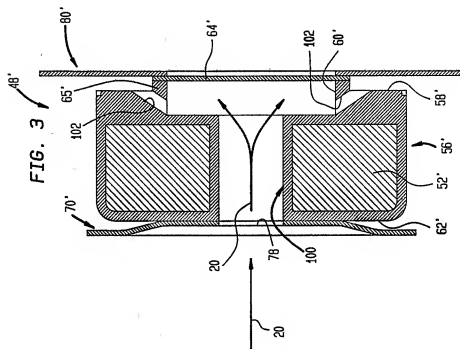
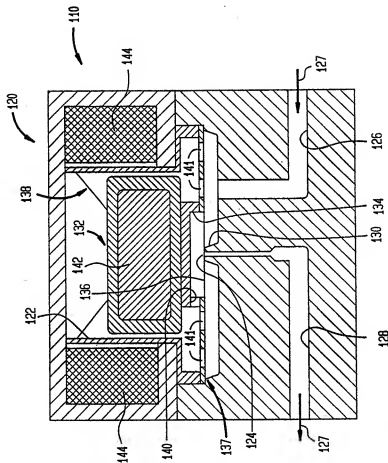
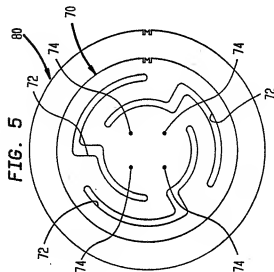
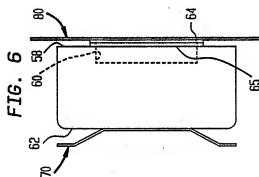
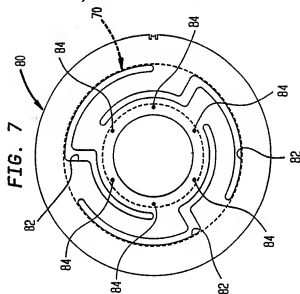
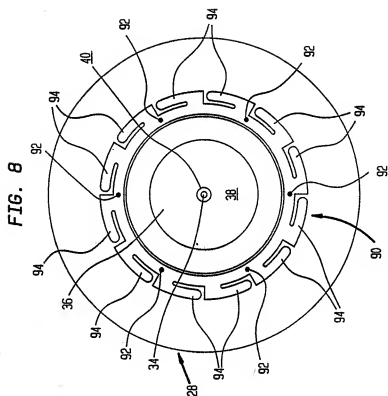


FIG. 4







# DIAPHRAGM VALVE

## BACKGROUND OF THE INVENTION

The prior art has provided diaphragm valves to selectively allow and prevent passage of a flowing fluid. In one type of diaphragm valve a housing is provided with a chamber having an outlet opening, an inlet passageway communicating between the chamber and the outside of the housing for receiving the flowing fluid within the chamber and an outlet passageway communicating between the outlet opening and the outside of the housing for discharging the flowing fluid from the chamber and out of the housing. The housing is also provided with a projection extending into the chamber and having an annular sealing surface surrounding and sloping away from the outlet opening to form a valve seat. Additionally, a valve body is located within the chamber that has a recess and elastomeric diaphragm covering the recess. The valve body is adapted for movement towards and away from the valve seat between a closed position and an open position. In the closed position, the diaphragm is flexed into the recess by the projection, conformingly and sealably contacting the sealing surface and covering the outlet opening, to prevent the passage of the flowing fluid through the housing. In the open position, the diaphragm is spaced from the valve seat and the outlet opening is uncovered to allow the passage of the flowing fluid through the housing.

The problem with a diaphragm valve incorporating an elastomeric diaphragm is that the elastomeric material forming the diaphragm may chemically react with certain fluids. Such a chemical reaction may introduce impurities, i.e. chemical products from the reaction and fine particles of elastomer, into the flow of the fluid. As a result, diaphragm valves incorporating elastomeric diaphragms are not suitable in applications where the purity of the fluid is to be maintained.

In another type of prior art diaphragm valve design, the diaphragm is fabricated from a metal that is not chemically reactive with the flowing fluid so that the diaphragm valve may be used in high purity applications. An example of such a valve design may be found in U.S. Pat. No. 4,828,219. In the valve design of this patent, a chamber defined in a housing is subdivided by a metal diaphragm into a pair of valve and drive chambers. The fluid flows into the valve chamber through an inlet passageway and out of the valve chamber through an outlet opening of an outlet passageway. A valve seat, provided within the valve chamber surrounds the outlet opening. A valve stem, located within the drive chamber, is forcibly driven against the diaphragm to in turn drive the diaphragm against the valve seat in order to seal the outlet opening and thereby to prevent passage of the flowing fluid through the valve housing.

In order to effectuate a seal in a metal diaphragm valve, such as that disclosed in U.S. Pat. No. 4,828,219, relatively high valve closing forces are required. For instance, in one embodiment of the '219 patent, a handle is provided to urge the stem against the diaphragm. The high closure force of the '219 patent makes the valve design, disclosed therein, particularly unsuitable for applications requiring rapid valve actuation and/or light valve closure forces. In the prior art, rapid valve actuation is produced by electromagnetic actuation and such electromagnetic actuation does not produce enough force to close the valve of the '219 patent. In a

diaphragm valve design having an elastomeric diaphragm, such as discussed above, relatively low valve closure forces are required because only light forces are required to deform the elastomer into its deformed state sealing the outlet opening. In order to produce a metal diaphragm valve having a rapid actuation time and a light valve closing force, it is not possible to simply replace the elastomeric diaphragm in the elastomeric diaphragm valve with a metal diaphragm. If this were done, when the metal diaphragm contacted the valve seat, it would flex or crease over the valve seat and therefore, no seal would be produced between the valve seat and the diaphragm. If one attempted to increase the valve closure force to prevent creasing, a permanent deformation would be produced in the diaphragm to prevent valve resealing.

## SUMMARY OF THE INVENTION

The present invention provides a diaphragm valve comprising a housing, a valve body and actuation means for moving the valve body between an open and a closed position. The housing includes a chamber having an outlet opening, a pair of inlet and outlet means, and a projection extending into the chamber. The pair of inlet and outlet means respectively pass a flowing fluid into the housing and the chamber and out of the outlet opening and the housing. The projection has an annular sealing surface surrounding and sloping away from the outlet opening. The valve body, located within the chamber, has a recess and a flexible diaphragm covering the recess. The valve body is adapted for movement towards and away from the valve seat, between the closed and open positions. In the closed position, the diaphragm is flexed into the recess by the projection, conformingly and sealably contacting the sealing surface and covering the outlet opening, for preventing passage of the flowing fluid through the housing. In the open position, the diaphragm is spaced from the valve seat and the outlet opening is uncovered for allowing passage of the flowing fluid through the housing.

In accordance with the present invention, the diaphragm is formed from a flexible metal sheet chemically non-reactive with the flowing fluid to maintain fluid purity. Additionally, the flexible metal sheet is pre-stretched across the recess to allow the sheet to be deformed by the valve seat and to conformingly contact the sealing surface, rather than to crease above the valve seat. As a result, the present invention provides a diaphragm valve having the advantages of prior art elastomeric diaphragm valves and metal diaphragm valves.

## BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

While the specification concludes with claims particularly pointing out the subject matter that Applicant regards as his invention, it is believed the invention will be better understood from the following description taken in conjunction with the accompanying drawings in which:

FIG. 1 is a fragmentary sectional view of a diaphragm valve in accordance with the present invention incorporated into the design of a mass flow controller;

FIG. 2 is an enlarged fragmentary sectional view of the diaphragm valve shown in FIG. 1;

FIG. 3 is a sectional view of an alternative embodiment of a valve body in accordance with the present invention;



FIG. 4 is a sectional view of an alternative embodiment of a diaphragm valve in accordance with the present invention;

FIG. 5 is a rear view of a valve body in accordance with the present invention incorporated into the diaphragm valve illustrated in FIG. 1;

FIG. 6 is an elevational view of FIG. 5;

FIG. 7 is a front view of FIG. 5; and

FIG. 8 is a front view of an orifice and an attached fingerplate utilized in the mass flow controller illustrated in FIGS. 1 and 2.

#### DETAILED DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENT

Referring to FIGS. 1 and 2 a preferred diaphragm valve in accordance with the present invention is illustrated for use in a mass flow controller well known in the art, specifically DATAMETRICS Type 825, 831, and 832 Mass Flow Controllers manufactured by the Edwards High Vacuum International division of The BOC Group, Inc., the Assignee herein. However, as will be discussed, the preferred diaphragm valve, with suitable modification, could be used in any application and could function in an environment independent of a mass flow controller.

Diaphragm valve 10 is of the inline flow type and has a housing 12 formed by a set of three in-line sections 14, 16 and 18. Section 18 is illustrated as connected to a fragment of a section 19. In section 19, a sidestream of gas is sampled to generate a signal referable to the mass flow rate of the flowing gas designated by arrowhead 20.

Housing 12 is provided with a valve chamber 22 and an inlet passageway 24 for receiving gas 20 within valve chamber 22. An orifice chamber 26 is provided in line and in communication with valve chamber 22 for containing an orifice 28. Orifice 28 closes off valve chamber 22 and is held in position by a pair of O-ring 30 and 32.

With reference also to FIG. 8, orifice 28 is provided with a central outlet opening 34 and a valve seat 36 formed by a projecting portion of orifice 28. Valve seat 36 is essentially of frustoconical configuration and provides a sloping and annular sealing surface 38 surrounding outlet opening 34. A spherical transitional area 40 is provided between the major portion of sloping sealing surface 38 and the edges of orifice 28 defining outlet opening 34.

Gas 20 is discharged from valve chamber 22 through outlet opening 34 of valve seat 36 by provision of a first outlet passageway 42 of orifice 28 having large and narrow portions 41 and 43. Gas 20 then flows from orifice chamber 26 out of housing 12 via a second outlet passageway 44. A threaded coupling 46 is integrally formed at the end of housing 12 to connect a discharge line, not illustrated, for discharge of gas 20. In this regard, Section 18, instead of being connected to Section 19, could be formed with a coupling identical to coupling 46 for inlet of a gas from an inlet line so that valve 10 could function in an environment independent of a mass flow controller.

An actuable valve of the electromagnetic type is provided. The valve includes a valve body 48 which acts as an armature for a coil 50. Valve body 48 is formed by a soft iron core 52 clad in a layer 56 of 316 stainless steel. Cladding layer 56 defines a front end 58 of valve body 48 having a recess 60 and a rear end 62. Front end 58 of valve body 48 is provided with a ring-like rib 65 integrally formed with cladding layer 56.

A diaphragm 64 is connected to ring-like rib 65. Diaphragm 64 is formed from a sheet of 316 stainless steel of approximately between about 0.0254 and 0.01524 millimeters in thickness. Such material is not chemically reactive with even the most corrosive of gases. Diaphragm 64 is formed by stretching a square sheet of the aforementioned material over rib 65 and thus, recess 60. After such stretching, the sheet is stitch-welded to rib 65 and any excess material is removed with an X-ACTO knife to form a prestretched metal diaphragm of circular configuration. It should be noted that in attaching diaphragm 64 to valve body 48, contaminants may be trapped within recess 60. Moreover, in a common application of a mass flow controller a series of gases are metered at various times during a chemical reaction. As a result, during the metering of a gas in such chemical reaction, a prior metered gas could become trapped in recess 60 to contaminate the gas to be metered. In order to prevent such contamination trapping, diaphragm 64 hermetically seals recess 60.

Valve 48 is adapted for movement towards and away from valve seat 38 between closed and open positions. In the closed position, illustrated in the Figs., the outlet opening 34 is sealed to prevent the flow of gas 20 through housing 12. In the open position outlet opening 34 is uncovered to allow gas 20 to flow out of housing 12. Such movement of valve body 48 is controlled by coil 50, which moves valve body 48 into its open position by magnetic attraction when current applied to lead wires 68 of coil 50.

When valve body 48 is in the closed position, diaphragm 64 is flexed into recess 60 by valve seat 36 to conformingly and sealably contact sealing surface 38 of valve seat 36 and cover outlet opening 34, thereby to seal outlet opening 34. Since diaphragm 64 is prestretched prior to its attachment to valve body 48 it conforms to sealing surface 38. If diaphragm 64 were simply attached to valve body 48, without prestretching, it would tend to crease upon contact with valve seat 36 and its sealing surface 38. Depending upon the actual thickness of material selected, such creasing could result in rupture or a permanent deformation of the diaphragm. In any event, the potential creasing of a metal diaphragm would not allow a seal to be effectuated. When valve body 48 is retracted into its open position, diaphragm 64 reverts to an essentially flat condition, spaced from outlet opening 34, to permit passage of gas 20 through housing 12.

In order to obtain the best seal possible between diaphragm 64 and valve seat 36, diaphragm 64 should have no wrinkles. Moreover, both diaphragm 64 and sealing surface 38 should be polished in a lathe so that any scratches produced are concentric. The polishing compound should be non-embedding and of fine grit to produce as smooth a finish as possible. Final polishing can take place by rotating valve body 48 and orifice 28 in opposite directions with diaphragm 64 in contact with sealing surface 38.

Gas 20 flows through an apertured rear spring plate 70 around valve body 48 and through an apertured front spring plate 80 to outlet opening 34. With additional reference now to FIGS. 5-7, rear spring plate 70 is formed by a disc of resilient metal that is peripherally and rearwardly bent. Rear spring plate 70 peripherally contacts the inner surface of housing 12 forming valve chamber 22 to center valve body 48 within valve chamber 22. Rear spring plate 70 is provided with a set of three spiral apertures 72 for passage of gas 20 and is

connected to rear end 62 of valve body 52 by provision of spot welds 74. The illustrated diaphragm valve 10 is of the normally closed type. Until the time that coil 50 is energized, valve body 48 is held in its closed position by front spring plate 80. Front spring plate 80 is similar in design to rear spring plate 70 and is provided with a set of three spiral apertures 82 for passage of gas 20 and is attached to rib 65, over diaphragm 64, by provision of a set of 6 spot welds 84.

With reference again to FIG. 8, front spring plate 80 and thus valve body 48 is held in place by an annular finger plate 90 spot welded to orifice 28 by spot welds 92. Finger plate 90 is provided with a plurality of fingers 94 that are bent at an angle of about 60 degrees from the plane of finger plate 90 to peripherally contact front spring plate 80 and to hold spring plate 80 in place against a shoulder 96 of valve chamber 22.

With reference to FIG. 3, a valve body 48' is illustrated that forms an alternative embodiment of a valve body in accordance with the present invention to be used in place of valve 48. Valve body 48' has a soft iron core 52' covered by a cladding layer 56' forming a front end 58' and a rear end 62' and an annular rib 65' defining a recess 60'. A diaphragm 64' is stretched across recess 60' and is identical to diaphragm 64. A front spring plate 80' is used to urge valve body 48' into a normally closed position. A rear spring plate 70' centers valve body 48' within valve cavity 22.

Valve 48' and all of its associated elements, rear spring plate 70' and front spring plate 80' are all essentially identical to the same elements discussed in relation to valve body 48. There are, however, important differences between valve body 48' and valve body 48. Valve body 48' is provided with an axial bore 100 communicating between recess 60' and rear end 62'. Additionally, rear spring plate 70' is provided with an opening 78 concentrically located with respect to the axis of axial bore 100. Valve body 48' is also provided with one or more radial bores 102 communicating between front end 58' and recess 60. In such embodiment, flowing fluid 20 flows through concentric opening 78 in rear spring plate 70', through axial bore 100, into recess 60' and out of radial bores 102 such that flowing gas 20 continually flushes recess 60'. Such continual flushing is an alternative manner of insuring that contaminants do not become trapped within the recess of a valve body in accordance with the present invention. In this regard, although not illustrated, a possible additional embodiment would be to simply provide a series of radial bores, such as 102, without an axial bore, such as 100, to allow contaminants to escape from the recess of a valve body.

With reference to FIG. 4, another embodiment of a valve in accordance with the present invention is illustrated. Valve 110 is an upright valve provided with a housing 120 including a valve chamber 122 having an outlet opening 124. An inlet passageway 126 communicates between valve chamber 122 and the outside of housing 120. Outlet passageway 128 communicates between opening 124 and the outside of the housing for discharging flowing fluid 127 from housing 120.

A valve seat 130 of frustoconical configuration is provided by a projection extending into valve chamber 122. The frustoconical configuration of valve seat 130 provides a sealing surface surrounding outlet opening 124. A valve body 132 is provided with a recess 134. A metallic diaphragm 136 is stretched across recess 134 to conformingly contact the sealing surface provided by

valve seat 130 and to cover outlet opening 124, thereby to prevent flowing fluid 127 from passing through outlet opening 124. Valve body 132 is biased to normally be in a closed position with diaphragm 136 covering outlet opening 124 and conformingly contacting the sloping sealing surface provided by valve seat 130. This is accomplished by a front spring plate 137. A rear spring plate 138 is provided to center valve body 136 within valve chamber 122. In order to prevent contamination trapping, the front of valve body 132 is provided with a single radial passageway 140. Front spring plate 136 is provided with a plurality of apertures 141 to allow flowing fluid 127 to pass through radial passageway 140 and flush recess 134 in order to prevent contamination trapping within recess 134. Valve body 132 has a core of ferromagnetic material 142 and is electromagnetically attracted by a field coil 144 to move valve body 132 into an open position.

Although the present invention has been illustrated in the preceding Figs. for use in mass flow controllers and upright valves of the normally closed type and employing electromagnetic actuation, the invention is not limited by such illustrations. A valve in accordance with the present invention could be of the normally open type or a valve that is not biased in either of the open or closed positions. Moreover, other well-known non-electromagnetic valve actuation could be employed. Lastly, a diaphragm valve could be constructed in accordance with the teachings of the present invention to be used in selectively preventing and allowing passage of a liquid instead of a gas.

While preferred embodiments of the invention has been shown and described in detail, it will be readily understood and appreciated by those skilled in the art that numerous omissions, changes and additions may be made without departing from the spirit and scope of the present invention.

#### I claim:

1. In a diaphragm valve of the type comprising: a housing including, a chamber having an outlet opening, a pair of inlet and outlet means for respectively passing a flowing fluid into said housing and said chamber and out of said outlet opening and said housing, and a projection extending into said chamber and having an annular sealing surface surrounding and sloping away from said outlet opening to form a valve seat; a valve body located within said chamber and having, at one end, a recess and a flexible diaphragm covering said recess, said valve body adapted for movement towards and away from said valve seat between a closed position with said diaphragm flexed into said recess by said projection, conformingly and sealably contacting said sealing surface and covering said outlet opening, for preventing passage of the flowing fluid through said housing and an open position with said diaphragm spaced from said valve seat and said outlet opening uncovered for allowing passage of the flowing fluid through said housing, and actuation means for moving said valve body between its said closed and open positions, the improvement comprising:

- said diaphragm formed from a flexible metal sheet, chemically non-reactive with the flowing fluid to maintain fluid purity and prestretched across said recess to allow deformation of said metal sheet by said valve body and conforming and sealing contact of said metal sheet with said sealing surface without creasing.

7

2. The improvement of claim 1 wherein said recess is hermetically sealed by said diaphragm to prevent contaminants from being trapped in said recess.

3. The improvement of claim 1 wherein said valve body has at least one radial passageway communicating between said recess and its outer surface to prevent the trapping of contaminants within said recess.

8

4. The improvement of claim 3 wherein: said diaphragm valve is of the inline flow type; and said valve body further has an axial bore communicating between the other of its ends and said recess for allowing the flowing fluid to flush said recess and thereby prevent contaminants from being trapped within said recess.

\* \* \* \* \*

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65